

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-293937

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 09-103203

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 21.04.1997

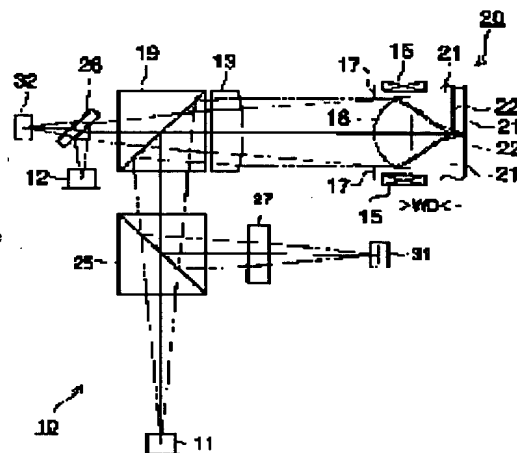
(72)Inventor : SAITO SHINICHIRO  
ARAI NORIKAZU

## (54) OPTICAL PICKUP DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To record and reproduce optical disks different in transparent substrate thickness by one convergent optical system by changing a position of a light source so that a distance (WD) from a final diffractive surface to the transparent substrate of a first optical information recording medium becomes equal to the distance from the final diffractive surface to the translucent substrate of a second optical information recording medium when the second optical information recording medium is recorded/reproduced.

**SOLUTION:** A first semiconductor laser 11 and a second semiconductor laser 12 are arranged so that the WD when a first optical disk is recorded/ reproduced becomes nearly equal to the WD when a second optical disk is recorded/reproduced. Thus, the necessity that an objective lens 16 is moved to a position different from the time when the first optical disk is recorded/ reproduced when the second optical disk is recorded/reproduced is eliminated. Further, a divergent degree revised by a divergent degree revision optical element 13 is constituted so that the divergent degree for luminous flux emitted from the second semiconductor laser 12 is made smaller than the divergent degree for the luminous flux emitted from the first semiconductor laser 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-293937

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-103203

(22) 出願日 平成9年(1997)4月21日

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 斉藤 真一郎

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式会社内

(72) 発明者 荒井 則一

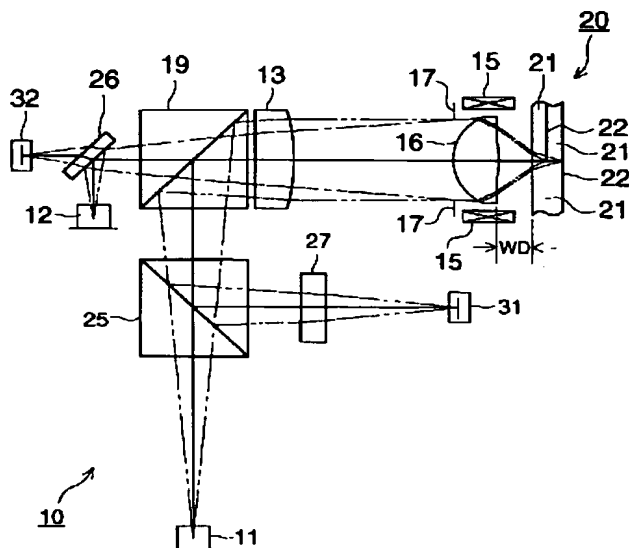
東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式会社内

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 一つの集光光学系で異なる透明基板の厚さを有する光ディスクを記録／再生可能とし、コンパクトで消費電力の少ない光ピックアップ装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 第1光情報記録媒体を記録／再生する際における集光光学系の最終屈折面から第1光情報記録媒体の透明基板までの距離と、第2光情報記録媒体を記録／再生する際における最終屈折面から第2光情報記録媒体の透明基板までの距離とが、ほぼ等しくなるように、光源11、12を配置する、あるいは、光源11の位置を変える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から出射した光束を複数の屈折面からなる集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面上に情報を記録又は情報記録面上の情報を再生（記録／再生）する光ピックアップ装置であって、前記光情報記録媒体として、透明基板の厚さが  $t_1$  (mm) の第1光情報記録媒体と透明基板の厚さが  $t_2$  (mm)（ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体とが用いられる光ピックアップ装置において、

第1光情報記録媒体を記録／再生する際における前記集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面から第1光情報記録媒体の透明基板までの距離と、第2光情報記録媒体を記録／再生する際における前記最終屈折面から第2光情報記録媒体の透明基板までの距離とが、ほぼ等しくなるように、前記光源の位置を変えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 光源から出射した光束を複数の屈折面からなる集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面上に情報を記録又は情報記録面上の情報を再生（記録／再生）する光ピックアップ装置であって、前記光情報記録媒体として、透明基板の厚さが  $t_1$  (mm) の第1光情報記録媒体と透明基板の厚さが  $t_2$  (mm)（ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体とが用いられる光ピックアップ装置において、

前記光源として、第1光情報記録媒体を記録／再生するため波長  $\lambda_1$  の光束を出射する第1光源と、第2光情報記録媒体を記録／再生するため波長  $\lambda_2$  の光束を出射する第2光源と、を有し、前記集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面から第1光情報記録媒体の透明基板までの距離と、前記最終屈折面から第2光情報記録媒体の透明基板までの距離とが、ほぼ等しくなるように、前記第1光源及び前記第2光源を配置したことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】 前記集光光学系は、前記光源から出射された光束の発散度を変更する前記光ピックアップ装置に固定された発散度変更光学素子と、発散度変更光学素子により発散度が変更された光束を、光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物光学素子と、を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の光ピックアップ装置。

【請求項4】 第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束の発散度は、 $t_2 > t_1$  のとき、第2光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束の発散度より小さいことを特徴とする請求項3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束は、平行光となることを特徴とする請求項4に記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】 第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記光源から出射された光束に対する前記集光光学系の結像倍率を  $m_1$ 、第2光情報記録媒体の記録／再生時における前記光源から出射された光束に対する前記集光光学系の結像倍率を  $m_2$ 、前記集光光学系の焦点距離を  $f$  (mm)、第1光情報記録媒体の記録／再生時における光源の波長に対する第1光情報記録媒体の透明基板の屈折率を  $n_1$ 、第2光情報記録媒体の記録／再生時における光源の波長に対する第2光情報記録媒体の透明基板の屈折率を  $n_2$  とすると、

$$|(m_2 - m_1) f - t_1 / n_1 + t_2 / n_2| < 0.25 \text{ (mm)}$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】  $|(m_2 - m_1) f - t_1 / n_1 + t_2 / n_2| < 0.15 \text{ (mm)}$  の条件を満足することを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記集光光学系の少なくとも1つの屈折面は、光軸と同心状に複数の分割面に分割されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記対物光学素子の少なくとも1つの屈折面は、光軸近傍の第1分割面と、前記第1分割面より外側の第2分割面と、前記第2分割面より外側の第3分割面を有し、

第1光情報記録媒体を記録／再生する際は、前記第1光源から出射した光束のうち、主に、前記第1分割面及び第3分割面を通過した光束を利用し、

第2光情報記録媒体を記録／再生する際は、前記第2光源から出射した光束のうち、主に、前記第1分割面及び第2分割面を通過した光束を利用することを特徴とする請求項2～6のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記対物光学素子は、少なくとも一方の面を光軸と同心状に複数の分割された複数の分割面を有するとともに、

第1光情報記録媒体の記録／再生時において、前記光源から出射された光束のうち、光軸近傍の第1分割面と前記第1分割面より外側の第3分割面を通過する光束はほぼ同一の結像位置に結像し、前記第1分割面と前記第3分割面との間の第2分割面を通過する光束は前記第1分割面及び前記第3分割面を通過する光束の結像位置とは異なる結像位置に結像するようにしたことを特徴とする請求項3～7、9のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記対物光学素子は、少なくとも一方

の面を光軸と同心状に複数に分割された複数の分割面を有するとともに、

第2光情報記録媒体の記録／再生時において、前記光源から出射した光束のうち、光軸近傍の第1分割面を通過する光束のうち、光軸近傍を通過する光線が結像する位置と、光軸と直交する方向で前記第1分割面の端部を通過する光線が結像する位置との間に、前記第1分割面より外側の第2分割面を通過する光線が結像することを特徴とする請求項3～7、9、10のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 第2光情報記録媒体を記録／再生するために必要な前記対物光学素子の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA_2$ としたとき、

前記対物光学素子は、必要開口数 $NA_2$ に相当する開口数近傍の少なくとも2つの開口位置で、球面収差が不連続に変化させることを特徴とする請求項3～7、9～11のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記少なくとも2つの開口位置のうち、最も小さい開口数を $NAL$ 、最も大きい開口数を $NAH$ としたとき、

前記対物光学素子は、開口数 $NAL$ 及び開口数 $NAH$ では、互いに逆方向に不連続に変化させることを特徴とする請求項12に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 第2光情報記録媒体の記録／再生時において、前記光源から出射した光束が、前記集光光学系を通過し、第2光情報記録媒体の情報記録面に集光したとき、

前記対物光学素子は、開口数 $NAL$ から開口数 $NAH$ の間の球面収差は、他の開口数の球面収差と同符号となる球面収差とすることを特徴とする請求項13に記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 第2光情報記録媒体を記録／再生するために必要な前記対物光学素子の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA_2$ としたとき、

前記対物光学素子は、必要開口数 $NA_2$ に相当する開口数近傍の少なくとも2つの開口位置の間に、位相に差をつけたことを特徴とする請求項3～7、9～11のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面上に情報を記録又は情報記録面上の情報を再生する（記録／再生）光ピックアップ装置に関し、特に、光情報記録媒体として、透明基板の厚さが $t_1$ の第1光情報記録媒体と透明基板の厚さが $t_2$ （ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体とを用い、第1光情報記録媒体の記録／再生には波長 $\lambda_1$ の第1光源を、第2光情報記録媒体の記録／再生には

波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_2 \neq \lambda_1$ ）の第2光源を用いる光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】高密度・大容量の記録媒体として光情報記録媒体（以下、光ディスクともいう）は種々のものが実用化されている。その中でコンパクトディスクと呼ばれる光ディスク（以下、CDともいう）は、光源の波長が780（nm）～830（nm）を使用したとき開口数0.45～0.5程度の集光光学系を用いた光ピックアップ装置により、記録されている音楽信号が再生されている。このとき、集光光学系によりポリカーボネート製の厚さ $t_2 = 1.2$ （mm）の透明基板を通して、光源から出射された光束を情報記録面にほぼ回折限界性能を有するスポットとなるよう絞り込んでいる。なお、CDの情報記録面を境にして1.2（mm）の透明基板とは反対側は、透明基板と比べてその厚みを事実上無視できるとごく薄い情報記録面を保護する役割を持つ保護層が設けられている。

【0003】また近年、大きさ（直径）、基板厚、情報記録密度、記録再生の原理の異なる種々の光情報記録媒体が次々と実用化されている。その中でデジタルビデオディスクと呼ばれる光ディスク（以下、DVDともいう）は、CDと同じ大きさながら片面タイプの場合でも約7倍の記憶容量を持つ。

【0004】このため、DVDの記録／再生のためには、光源の波長が600（nm）～700（nm）を使用し開口数0.55～0.7程度の集光光学系を用いた光ピックアップ装置が必要となる。また、DVDでは透明基板の厚さは $t_1 = 0.6$ （mm）であり、さらに、DVDには片面タイプと両面タイプがあるが、両者とも情報記録面の両側に厚さ0.6（mm）の（透明）基板が張り合わせられている。

【0005】CDは既に多量に生産販売されており、今後のマルチメディア対応の記録／再生する光ピックアップ装置はDVDだけでなくCDもあわせて再生できることが望まれている。

【0006】ところが、DVDだけでなくCDも合わせて再生できるような光ピックアップ装置を考えた場合、DVDとCDとでは透明基板の厚さが異なるため大きな球面収差が発生する。このため、DVDとCDとを再生しようとする場合には特別な工夫が必要で幾つかの方式が提案されている。

【0007】一つは、集光光学系をDVD用とCD用との2種類のものを用意し、再生する光ディスクに応じて切り替えて使う光ピックアップ装置が提案されている。しかしながら、この方法は、2種類の集光光学系を用意、しかも、これらを切り替える機構が必要となり、コスト的及び精度的に問題がある。

【0008】そこで、一つの集光光学系で、DVDとCDを再生しようとする提案が、例えば、特開平8-55

363号公報に記載されるように、二つの光源と絞りの大きさを最適化することで、DVDとCDの双方の結像スポットをその波面収差がそれぞれ $0.01\lambda$  (rms)以下となるように配置する光ピックアップ装置の提案がされている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平8-55363号公報に記載された光ピックアップ装置では、単にDVDとCDの双方の結像スポットの波面収差が $0.01\lambda$  (rms)以下となるように光源を配置しており、集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面から光ディスクの透明基板までの距離（以下、ワーキングディスタンス、WDともいう）に対して何ら考慮されていない。DVDの場合とCDの場合とでこのWDが異なると、少なくとも一方の光ディスクを再生するときには、合焦（フォーカス）のために集光光学系の対物レンズを移動させるアクチュエータに、常に、駆動電流を流しておく必要がある。このため、消費電力が多くならざるを得ないという問題がある。また、合焦のために必要な移動可能な距離をかせぐためにも、アクチュエータが、DVD若しくはCD専用の場合に比べて大型となるといった問題がある。

【0010】そこで、本発明は、一つの集光光学系で異なる透明基板の厚さを有する光ディスクを記録／再生可能とし、コンパクトで消費電力の少ない光ピックアップ装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題は、以下の構成により解決することができる。

【0012】（1）光源から出射した光束を複数の屈折面からなる集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面上に情報を記録又は情報記録面上の情報を再生（記録／再生）する光ピックアップ装置であって、前記光情報記録媒体として、透明基板の厚さが $t_1$  (mm)の第1光情報記録媒体と透明基板の厚さが $t_2$  (mm)（ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体とが用いられる光ピックアップ装置において、第1光情報記録媒体を記録／再生する際における前記集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面から第1光情報記録媒体の透明基板までの距離と、第2光情報記録媒体を記録／再生する際における前記最終屈折面から第2光情報記録媒体の透明基板までの距離とが、ほぼ等しくなるように、前記光源の位置を変えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【0013】（2）光源から出射した光束を複数の屈折面からなる集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、情報記録面上に情報を記録又は情報記録面上の情報を再生（記録／再生）する光ピックアップ装置であって、前記光情報記録媒体とし

て、透明基板の厚さが $t_1$  (mm)の第1光情報記録媒体と透明基板の厚さが $t_2$  (mm)（ただし、 $t_2 \neq t_1$ ）の第2光情報記録媒体とが用いられる光ピックアップ装置において、前記光源として、第1光情報記録媒体を記録／再生するため波長 $\lambda_1$ の光束を出射する第1光源と、第2光情報記録媒体を記録／再生するため波長 $\lambda_2$ の光束を出射する第2光源と、を有し、前記集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面から第1光情報記録媒体の透明基板までの距離と、前記最終屈折面から第2光情報記録媒体の透明基板までの距離とが、ほぼ等しくなるように、前記第1光源及び前記第2光源を配置したことを特徴とする光ピックアップ装置。

【0014】（3）前記集光光学系は、前記光源から出射された光束の発散度を変更する前記光ピックアップ装置に固定された発散度変更光学素子と、発散度変更光学素子により発散度が増えられた光束を、光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物光学素子と、を有することを特徴とする（1）又は（2）に記載の光ピックアップ装置。

【0015】（4）第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束の発散度は、 $t_2 > t_1$ のとき、第2光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束の発散度より小さいことを特徴とする（3）に記載の光ピックアップ装置。

【0016】（5）第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記発散度変更手段により変更された前記光源から出射された光束は、平行光となることを特徴とする（4）に記載の光ピックアップ装置。

【0017】（6）第1光情報記録媒体の記録／再生時における前記光源から出射された光束に対する前記集光光学系の結像倍率を $m_1$ 、第2光情報記録媒体の記録／再生時における前記光源から出射された光束に対する前記集光光学系の結像倍率を $m_2$ 、前記集光光学系の焦点距離を $f$  (mm)、第1光情報記録媒体の記録／再生時における光源の波長に対する第1光情報記録媒体の透明基板の屈折率を $n_1$ 、第2光情報記録媒体の記録／再生時における光源の波長に対する第2光情報記録媒体の透明基板の屈折率を $n_2$ とすると、

$$|(m_2 - m_1) f - t_1 / n_1 + t_2 / n_2| < 0.25 \text{ (mm)}$$

の条件を満足することを特徴とする（1）～（5）のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

$$|(m_2 - m_1) f - t_1 / n_1 + t_2 / n_2| < 0.15 \text{ (mm)}$$

の条件を満足することを特徴とする（6）に記載の光ピックアップ装置。

【0019】（8）前記集光光学系の少なくとも1つ

の屈折面は、光軸と同心状に複数の分割面に分割されていることを特徴とする(1)～(7)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0020】(9) 前記対物光学素子の少なくとも1つの屈折面は、光軸近傍の第1分割面と、前記第1分割面より外側の第2分割面と、前記第2分割面より外側の第3分割面を有し、第1光情報記録媒体を記録/再生する際は、前記第1光源から出射した光束のうち、主に、前記第1分割面及び第3分割面を通過した光束を利用し、第2光情報記録媒体を記録/再生する際は、前記第2光源から出射した光束のうち、主に、前記第1分割面及び第2分割面を通過した光束を利用することを特徴とする(2)～(6)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0021】(10) 前記対物光学素子は、少なくとも一方の面を光軸と同心状に複数の分割された複数の分割面を有するとともに、第1光情報記録媒体の記録/再生時において、前記光源から出射された光束のうち、光軸近傍の第1分割面と前記第1分割面より外側の第3分割面を通過する光束はほぼ同一の結像位置に結像し、前記第1分割面と前記第3分割面との間の第2分割面を通過する光束は前記第1分割面及び前記第3分割面を通過する光束の結像位置とは異なる結像位置に結像するようにしたことを特徴とする(3)～(7)、(9)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0022】(11) 前記対物光学素子は、少なくとも一方の面を光軸と同心状に複数の分割された複数の分割面を有するとともに、第2光情報記録媒体の記録/再生時において、前記光源から出射した光束のうち、光軸近傍の第1分割面を通過する光束のうち、光軸近傍を通過する光線が結像する位置と、光軸と直交する方向で前記第1分割面の端部を通過する光線が結像する位置との間に、前記第1分割面より外側の第2分割面を通過する光線が結像することを特徴とする(3)～(7)、

(9)、(10)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0023】(12) 第2光情報記録媒体を記録/再生するために必要な前記対物光学素子の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA_2$ としたとき、前記対物光学素子は、必要開口数 $NA_2$ に相当する開口数近傍の少なくとも2つの開口位置で、球面収差が不連続に変化させることを特徴とする(3)～(7)、(9)～(11)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0024】(13) 前記少なくとも2つの開口位置のうち、最も小さい開口数を $NA_L$ 、最も大きい開口数を $NA_H$ としたとき、前記対物光学素子は、開口数 $NA_L$ 及び開口数 $NA_H$ では、互いに逆方向に不連続に変化させることを特徴とする(12)に記載の光ピックアップ装置。

【0025】(14) 第2光情報記録媒体の記録/再

生時において、前記光源から出射した光束が、前記集光光学系を通過し、第2光情報記録媒体の情報記録面に集光したとき、前記対物光学素子は、開口数 $NA_L$ から開口数 $NA_H$ の間の球面収差は、他の開口数の球面収差と同符号となる球面収差とすることを特徴とする(13)に記載の光ピックアップ装置。

【0026】(15) 第2光情報記録媒体を記録/再生するために必要な前記対物光学素子の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA_2$ としたとき、前記対物光学素子は、必要開口数 $NA_2$ に相当する開口数近傍の少なくとも2つの開口位置の間に、位相に差をつけたことを特徴とする(3)～(7)、(9)～(11)のいずれか1つに記載の光ピックアップ装置。

【0027】

【発明の実施の形態】まず、実施の形態を説明する前に、以下に説明する光ピックアップ装置10は、光情報記録媒体(以下、光ディスクともいう)20として透明基板21の厚さの異なる複数の光ディスク20を記録/再生(光ディスク20の情報記録面22上に情報を記録又は情報記録面22上の情報を再生することを、記録/再生ともいう)することができるものである。この複数の光ディスク20として、透明基板の厚さ $t_1$ の第1光ディスクと、第1光ディスクの透明基板の厚さ $t_1$ とは異なる厚さ $t_2$ の第2光ディスクとについて説明する。また、第1光ディスクを記録/再生するために必要な集光光学系(後述する)の光ディスク側の必要開口数を $NA_1$ とし、第2光ディスクを記録/再生するために必要な集光光学系の光ディスク側の必要開口数を $NA_2$ とする(以下の説明では、第1光ディスクは、第2光ディスクより高密度の情報記録媒体であるので、 $NA_1 > NA_2$ である)。

【0028】なお、以下の説明中で、DVD(含DVD-RAM)とは第1光ディスクを指しており、この場合、透明基板の厚さ $t_1 = 0.6\text{mm}$ であり(DVDには片面タイプと両面タイプがあるが、両者とも情報記録面の両側に厚さ $t_1$ の透明基板が張り合わせられているので、DVD自体は厚さ $1.2\text{mm}$ である)、CD(含CD-R)とは第2光ディスクを指しており、この場合、 $t_2 = 1.2\text{mm}$ (すなわち、 $t_1 < t_2$ )である。

【0029】(第1の実施の形態)第1の実施の形態について説明する。図1は光ピックアップ装置10の概略構成図である。なお、図1においては、光軸を境として上側に第1光ディスクとしてDVDを、下側に第2光ディスクとしてCDを表している。また、光ピックアップ装置10においては、光ディスク20は透明基板21の情報記録面22とは反対面(対物レンズ16に近い面)を基準にして、トレイ(図示せず)に載せられる。

【0030】本実施の形態の光ピックアップ装置10では、光源として第1光源である第1半導体レーザ11

(波長 $\lambda=610\text{ nm}\sim 670\text{ nm}$ )と第2光源である第2半導体レーザ12(波長 $\lambda=740\text{ nm}\sim 870\text{ nm}$ )とを有している。この第1半導体レーザ11は第1光ディスクの記録/再生する際に使用される光源であり、第2半導体レーザ12は第2光ディスクの記録/再生する際に使用される光源である。なお、この第1半導体レーザ11と第2半導体レーザ12との配置について、後段において詳述する。また、図1においては、第1半導体レーザ11から出射した光束のうち絞り17(後述)で絞られた最外光線を2点鎖線で、第2半導体レーザ12から出射した光束のうち絞り17で絞られた最外光線を1点鎖線で示している。

【0031】合成手段19は、第1半導体レーザ11から出射された光束と第2半導体レーザ12から出射された光束とを合成することが可能な手段である。本実施の形態では、ダイクロイックプリズム19で構成している。この合成手段19は、第1半導体レーザ11から出射された光束、あるいは、第2半導体レーザ12から出射された光束を、後述する1つの集光光学系を介して、それぞれ第1光ディスクあるいは第2光ディスクに集光させるために、光軸上での光路を同一(ほぼ同一でもよい)となす手段である。また、この合成手段19は、第1半導体レーザ11から出射し第1光ディスクの情報記録面から反射した光束と、第2半導体レーザ12から出射し第2光ディスクの情報記録面から反射した光束とを、それぞれ、後述する第1光検出手段31、第2光検出手段32へと導く手段でもある。なお、本実施の形態においては、第1光ディスクと第2光ディスクとを排他的に記録/再生するために、合成手段19によって第1半導体レーザ11から出射された光束と第2半導体レーザ12から出射された光束とが実際に合成されることはない。

【0032】集光光学系は、光源(第1半導体レーザ11あるいは第2半導体レーザ12)から出射された光束を、光ディスク20の透明基板21を介して、情報記録面22上に集光させ、スポットを形成させる手段である。この集光光学系は、第1半導体レーザ11及び第2半導体レーザ12から出射された光束の発散度を変更する発散度変更光学素子13と、発散度変更光学素子13により発散度の変更された光束を光ディスク20の情報記録面22上に集光させる対物光学素子16とを有している。より詳細には、本実施の形態では、発散度変更光学素子13として第1半導体レーザ11から出射された光束を平行光(略平行でもよい)に変換するコリメータレンズ13と、コリメータレンズ13によって平行光とされた光束を集光させる対物レンズ16とを有している。

【0033】このように、本実施の形態では、1つの集光光学系を用いて複数の光ディスクの記録/再生を行うので、光ピックアップ装置10を低コストかつ簡単な構

造で実現させることができる。

【0034】なお、第1半導体レーザ11から出射された光束に対して、本実施の形態では、集光光学系として、コリメータレンズ13と対物レンズ16とを用いた、いわゆる無限系の集光光学系であるが、コリメータレンズ13がなく光源からの発散光を直接集光させる対物レンズ16のみ、いわゆる有限系の集光光学系や、発散度変更光学素子13として第1半導体レーザ11からの発散光の発散度合を減じるレンズ又は第1半導体レーザ11からの光束を収れん光に変更する(カップリング)レンズと、このレンズを介した光束を集光させる対物レンズとを有する、いわゆる準有限系の集光光学系であってもよい。

【0035】また、集光光学系内には、光束を開口数NA1に相当する開口数に制限する絞り17が設けられている。本実施の形態において絞り17は、第1半導体レーザ11から出射した光束を開口数NA1に相当する開口数に制限するよう開口数を固定して、余分な機構を必要とせず、低コスト化を実現できるものであるが、第2光ディスクの記録/再生時には第2半導体レーザ12から出射される光束を開口数NA2に相当する開口数に制限するよう、絞り17の開口数を可変としてもよい。

【0036】変更手段25、26は、情報記録面上から反射した光束の光路を、光源(それぞれ第1半導体レーザ11、第2半導体レーザ12)から出射した光束の光路とは異なる光路に変更する手段である。すなわち、変更手段25、26は、変更手段25、26と光ディスクとの間で、光源(第1半導体レーザ11、第2半導体レーザ12)から出射した光束の光路と光ディスクの情報記録面上から反射した光束の光路とを同じにさせる手段である。本実施の形態において変更手段25は偏光ビームスプリッタ25で構成し、第1半導体レーザ11から出射した光束の光路は変更せずに、第1光ディスクの情報記録面上から反射した光束の光路を後述する光検出手段31へと導くように変更している。また、変更手段26は平行平面板(ハーフミラー)26で構成し、第2半導体レーザ12から出射した光束の光路は第2光ディスクへ導くように変更し、第2光ディスクの情報記録面上から反射した光束の光路を変更せずに後述する光検出手段32へと導く。なお、この変更手段25、26においては、変更する光路を本実施の形態のようにするのではなく、いずれか一方を変更あるいは両方を変更してもよい。

【0037】光検出手段31、32は、変更手段25、26を介して、光ディスク(それぞれ第1光ディスク、第2光ディスク)の情報記録面上から反射した光束を検出する手段である。この光検出手段31、32により、情報記録面上から反射した光束の光量分布変化を検出して、図示しない演算回路によってフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号、再生信号(情報)の読み



取りがなされる。

【0038】なお、本実施の形態では、フォーカスエラー信号は非点収差法を用いて行うために、光検出手段31、32の前に、非点収差発生素子27、26（本実施の形態では、非点収差発生素子27はシリンドリカルレンズで構成し、また、素子変更手段26が非点収差発生素子を兼用している）を配置しているが、フォーカスエラー信号は、非点収差法ではなく、ナイフエッジ法

（含、フーコー法）、位相差検出（DPD）法、スポットサイズディテクション（SSD）法、など種々の公知の方法により検出することができる。また、トラッキングエラー信号の検出に関しても、3ビーム法、位相差検出（DPD）法、プッシュプル法、ウォプリング法など種々の公知の方法により検出することができる。

【0039】2次元アクチュエータ15は、対物レンズ16を移動させる手段であり、演算回路により得られたフォーカスエラー信号に基づいて対物レンズ16を所定の位置に移動（合焦追従）させるフォーカシング制御用と、トラックエラー信号に基づいて対物レンズ16を所定の位置に移動（トラック追従）させるトラッキング制御用とがある。

【0040】次に、このような、光ピックアップ装置10において、第1光ディスクを記録／再生する場合について説明する。

【0041】第1半導体レーザ11から出射した光束（図1において2点鎖線で示す）は、偏光ビームスプリッタ25を透過して、ダイクロイックプリズム19によって光路を集光光学系の方へ曲げられ、集光光学系に入射する。第1半導体レーザ11から出射し集光光学系に入射した光束は、コリメータレンズ13によって、その発散度を変更され、すなわち、本実施の形態では平行光束に変更される。コリメータレンズ13によって平行に発散度を変更された光束は、絞り17によって絞られ、対物レンズ16によって第1光ディスクの透明基板を介して情報記録面上に集光される。そして、第1光ディスクに記録する場合は、この集光されたビームスポットによって記録がなされる。

【0042】そして、情報記録面で反射した光束は、再び集光光学系（対物レンズ16、コリメータレンズ13）を透過して、ダイクロイックプリズム19、偏光ビームスプリッタ25で光路が変更され、シリンドリカルレンズ27によって非点収差が付与され、光検出手段31に入射する。そして、第1光ディスクを再生する場合は、光検出手段31から出力される信号を用いて第1光ディスクに記録された情報の再生信号が得られる。また、光検出手段31上でのスポット形状変化による光量分布変化を検出して、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号を得る。第1半導体レーザ11から出射した光束が第1光ディスクの情報記録面上に結像するように、得られたフォーカスエラー信号に基づいて、2次

元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。また、第1半導体レーザ11から出射した光束が第1光ディスクの所定のトラックに結像するように、得られたトラッキングエラー信号に基づいて、2次元アクチュエータ（トラッキング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。

【0043】このようにして、第1光ディスクの情報記録面上に情報を記録又は第1光ディスクの情報記録面上の情報を再生する。

【0044】同様に、第2光ディスク記録／再生する場合は、第2半導体レーザ12から出射した光束（図1において1点鎖線で示す）は、平行平板26によって光路を曲げられ、ダイクロイックプリズム19、コリメータレンズ13、（絞り17によって絞られ）、対物レンズ16を透過して、第2光ディスクの透明基板を介して情報記録面上に集光される。そして、情報記録面で反射した光束は、再び集光光学系（対物レンズ16、コリメータレンズ13）、ダイクロイックプリズム19を透過して、平行平板26によって非点収差が付与され、光検出手段32に入射する。そして、光検出手段32から出力される信号を用いて、再生信号、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号を得る。第2半導体レーザ12から出射した光束が第2光ディスクの情報記録面上に結像するように、得られたフォーカスエラー信号に基づいて、2次元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。また、第2半導体レーザ12から出射した光束が第2光ディスクの所定のトラックに結像するように、得られたトラッキングエラー信号に基づいて、2次元アクチュエータ（トラッキング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。

【0045】このようにして、第2光ディスクの情報記録面上に情報を記録又は第2光ディスクの情報記録面上の情報を再生する。

【0046】ところで、この光ピックアップ装置10（1つの集光光学系）で第2光ディスクを記録／再生しようとした場合、第1光ディスクと第2光ディスクとでは透明基板の厚さが異なるため、不図示のトレイに光ディスクを透明基板の情報記録面とは反対面（対物レンズ16に近い面）を基準にして載せた場合、第1光ディスクの情報記録面の位置と第2光ディスクの情報記録面の位置とが異なることになる。そのため（勿論、透明基板の厚さが異なることも影響するが）、第2半導体レーザ12の位置を第1半導体レーザ11の位置と等価な位置に配置した場合、第2半導体レーザ12から出射した光束が集光光学系を介して第2光ディスクの情報記録面上に集光させるためには、2次元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15に常に電流を流し、対物レンズ16の位置を、第1光ディスクの記録／再生時とは異なる位置に移動させておくことが必要となる。

【0047】換言すると、集光光学系の最も光情報記録媒体側の屈折面である最終屈折面（本実施の形態においては、対物レンズ16の光ディスク側の面）から光ディスクの透明基板までの距離（ワーキングディスタンス、WDともいう）が、第1光ディスクの記録／再生時と、第2光ディスクの記録／再生時とで異なるように、2次元アクチュエータ15にオフセットをかける必要があり、消費電力が多くならざるを得ず、しかも、その分だけ2次元アクチュエータ15による対物レンズ16をさせるため、2次元アクチュエータ15を大型にしなければならない。なお、第1光ディスクをDVDとし、第2光ディスクをCDとした場合、DVDの厚さ（≒1.2mm、DVDには情報記録面の両側に厚さ0.6mm）の透明基板が張り合わされているとCDの厚さ（≒1.2mm）とは等しいので、トレイの位置（基準面）が反対側であっても同様の問題が生じる。

【0048】そこで、本実施の形態では、第2光ディスクを記録／再生する際におけるWDが、第1光ディスクを記録／再生する際におけるWDとほぼ等しくなるように、第2半導体レーザ12とを配置する。すなわち、第1光ディスクを記録／再生する際におけるWDと第2光ディスクを記録／再生する際におけるWDとが、ほぼ等しくなるように、第1半導体レーザ11及び第2半導体レーザ12を配置する。これにより、本実施の形態では、第2光ディスクの記録／再生時に、第1光ディスクの記録／再生時とは異なる位置に対物レンズ16を移動させる必要がなく、消費電力が少なく、コンパクトな光ピックアップ装置となる。

【0049】なお、第1光ディスクを記録／再生する際におけるWDと第2光ディスクを記録／再生する際におけるWDとを等しくすると、本来対物レンズ16はフォーカシングのために光軸方向に移動するものであるで、±0.2mm以下の範囲内であれば、本発明で言う「ほぼ等しい」に相当する。

【0050】このように、第1半導体レーザ11と第2半導体レーザ12とを配置することにより、本実施の形態における発散度変更光学素子13は、第1半導体レーザ11から出射した光束に対してはその発散度を変更して平行光束とするコリメータレンズとして機能したが、第2半導体レーザ12から出射した光束に対しては単に発散度を変更するだけの機能（コリメータレンズとしては機能しない）を有する。さらに詳細には、発散度変更光学素子13によって変更された発散度は、第1半導体レーザ11から出射した光束に対する場合に比して、第2半導体レーザ12から出射した光束に対する場合の方を小さくする。特に、本実施の形態においては、 $NA1 > NA2$ なので、発散度変更光学素子13によって第1半導体レーザ11から出射した光束を平行光束とすることが好ましく、この場合、第2半導体レーザ12から出射した光束は図1に示すように発散光束となる。

【0051】さらに、第1半導体レーザ11と第2半導体レーザ12の配置に関しては、第1光ディスクの記録／再生時における第1半導体レーザ11から出射された光束に対する集光光学系の結像倍率を $m1$ 、第2光ディスクの記録／再生時における第2半導体レーザ12から出射された光束に対する集光光学系の結像倍率を $m2$ 、集光光学系の焦点距離を $f$ （mm）、第1半導体レーザ11の波長 $\lambda1$ に対する第1光ディスクの透明基板の屈折率を $n1$ 、第2半導体レーザ12の波長 $\lambda2$ に対する第2光ディスクの透明基板の屈折率を $n2$ とすると、 $| (m2 - m1) f - t1/n1 + t2/n2 | < 0.25$ （mm）

の条件を満足することが好ましい。この条件を満足することにより、2次元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15に余分な駆動電流を流すことがなく、小電力化を達成することができる。

【0052】さらに、2次元アクチュエータ15を大型化させないためにも、 $| (m2 - m1) f - t1/n1 + t2/n2 | < 0.15$ （mm）の条件を満足することがさらに好ましい。

【0053】（第2の実施の形態）次に、第2の実施の形態について、光ピックアップ装置10の概略構成図である図2に基づいて説明する。第1実施の形態では、光源として第1半導体レーザ11と第2半導体レーザ12とを用いて各半導体レーザ11、12を上述したような配置にすることにより課題を解決したが、本実施の形態では、光源として第1半導体レーザ11のみを用いて課題を解決するものである。すなわち、第1の実施の形態では第1光ディスク、第2光ディスクそれぞれに対応した光源と光検出手段とを設けたが、第1光ディスク、第2光ディスクそれぞれに対応する。本実施の形態では1つの光源11、1つの光検出手段31でなお、第1の実施の形態と同様の機能、作用、部材に対しては同じ番号を付与し、以下において説明する以外はその説明を省略することもある。

【0054】本実施の形態では、第1光源である第1半導体レーザ11と、光検出手段31と、上述した第1の実施の形態における変更手段25及び非点収差発生素子27を兼用した平行平板25、27と、をユニット41として一体化している。そして、このユニット41は、移動手段40によって移動可能に設けられている。また、1つの光源を用いて、第1光ディスク、第2光ディスクを記録／再生するので、第1の実施の形態から第2半導体レーザ12、合成手段19、平行平板26、光検出手段32を省いている。

【0055】第1光ディスク記録／再生する場合は、第1半導体レーザ11から出射した光束（図2において2点鎖線で示す）は、平行平板25、27によって光路を曲げられ、コリメータレンズ13によって平行光束とされ、絞り17によって絞られ、対物レンズ16によっ

て第1光ディスクの透明基板を介して情報記録面上に集光される。そして、情報記録面で反射した光束は、再び集光光学系（対物レンズ16、コリメータレンズ13）を透過して、平行平板25、27によって非点収差が付与され、光検出手段31に入射する。そして、光検出手段31から出力される信号を用いて、再生信号、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号を得る。第1半導体レーザ11から出射した光束が第1光ディスクの情報記録面上に結像するように、得られたフォーカスエラー信号に基づいて、2次元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。また、第1半導体レーザ11から出射した光束が第1光ディスクの所定のトラックに結像するように、得られたトラッキングエラー信号に基づいて、2次元アクチュエータ（トラッキング制御用）15によって対物レンズ16を移動させる。

【0056】この光ピックアップ装置10で第2光ディスクを記録／再生する場合、第1光ディスクを記録／再生する場合のWDと等しいWDとなるように、移動手段40によってユニット41を移動させる（図2において、破線で示した位置）。そして、上述と同様にして第2光ディスクの記録／再生を行う。なお、図2において、1点鎖線は、第2光ディスクを記録／再生する場合の第1半導体レーザ11から出射した光束のうち絞り17（後述）で絞られた最外光線を示している。このように、本実施の形態では、第2光ディスクの記録／再生時に、第1光ディスクの記録／再生時とは異なる位置に対物レンズ16を移動させる（2次元アクチュエータ15にバイアスをかける）必要がなく、消費電力が少なく、コンパクトな光ピックアップ装置となる。

【0057】なお、第1光ディスクを記録／再生する際の発散度変更光学素子13は第1半導体レーザ11から出射した光束に対してはその発散度を変更して平行光束とするコリメータレンズとし単に発散度を変更するだけの機能（コリメータレンズとしては機能しない）を有する。さらに詳細には、発散度変更光学素子13によって変更された発散度は、第1光ディスクを記録／再生する場合に比して、第2光ディスクを記録／再生する場合の方を小さくする。特に、本実施の形態においては、 $NA1 > NA2$ なので、第1光ディスクを記録／再生する場合、発散度変更光学素子13によって第1半導体レーザ11から出射した光束を平行光束とすることが好ましく、この場合、第2光ディスクを記録／再生場合の発散度変更光学素子13は第1半導体レーザ11から出射した光束は図2に示すように発散光束となる。

【0058】さらに、第1半導体レーザ11と第2半導体レーザ12の配置に関しては、第1光ディスクの記録／再生時における第1半導体レーザ11から出射された光束に対する集光光学系の結像倍率を $m1$ 、第2光ディスクの記録／再生時における第2半導体レーザ12から

出射された光束に対する集光光学系の結像倍率を $m2$ 、集光光学系の焦点距離を $f$ （mm）、第1半導体レーザ11の波長 $\lambda1$ に対する第1光ディスクの透明基板の屈折率を $n1$ 、第2半導体レーザ12の波長 $\lambda2$ に対する第2光ディスクの透明基板の屈折率を $n2$ とすると、 $| (m2 - m1) f - t1/n1 + t2/n2 | < 0.25$ （mm）

の条件を満足することが好ましい。この条件を満足することにより、2次元アクチュエータ（フォーカシング制御用）15に余分な駆動電流を流すことがなく、小電力化を達成することができる。

【0059】さらに、2次元アクチュエータ15を大型化させないためにも、 $| (m2 - m1) f - t1/n1 + t2/n2 | < 0.15$ （mm）の条件を満足することがさらに好ましい。

【0060】（好ましい対物レンズ例）次に、上述した第1、2の実施の形態の光ピックアップ装置10に好適に用いられる対物レンズ16について、図3に基づいて説明する。図3（a）は第1光ディスクの記録／再生時における対物レンズ16を通過する光束が第1光ディスクに結像する様を模式的に示した図であり、図3（b）は対物レンズ16を光源側からみた図であり、図3

（c）は第2光ディスクの記録／再生時における対物レンズ16を通過する光束が第2光ディスクに結像する様を模式的に示した図である。

【0061】本例において、対物レンズ16は、光源側の屈折面S1及び光ディスク側の屈折面S2（最終屈折面）を共に非球面形状を呈した正の屈折力を有した凸レンズである。対物レンズ16の屈折面S1を、光軸と同心円状に複数（本例では3つ）の第1分割面Sd1～第3分割面Sd3により構成し、分割面Sd1～Sd2の境界は段差を設けている。

【0062】本例における対物レンズ16は、第1光ディスクの記録／再生をする際には（図3（a）参照）、第1分割面Sd1及び第3分割面Sd3を通過する第1光束及び第3光束（斜線で示される光束）は、ほぼ同一の結像位置（第1光ディスクの情報記録面22）に結像する。このとき、第2分割面Sd2を通過する第2光束（破線で示される光束）は、第1、第3光束の結像位置とは異なった結像位置に結像する（すなわち、第1光ディスクの情報記録面22上に結像しない）。したがって、第1光ディスクの記録／再生時には、第1光束及び第3光束が、第1光ディスクの情報記録面22上に集光し、ビームスポットを形成し、これが反射して光検出手段30によって検出され、前述したようにフォーカスエラー信号、トラックエラー信号、再生信号（情報）の読み取りがなされる。

【0063】また、第2光ディスクの記録／再生をする際には（図3（c）参照）、第1光束（右肩上がりの斜線で示す）及び第2光束（右肩下がりの斜線で示す）

は、ほぼ同一の結像位置（第2光ディスクの情報記録面上）に結像する。このとき、第3光束（途中まで破線で示される）はフレアとして発生する。したがって、第2光ディスクの情報記録面22上では、主に第1、2光束によって核が形成され、その周囲に第3光束によるフレアが発生したビームスポット形状となり、この核によって第2光ディスクの記録／再生を行う。

【0064】換言すると、本実施の形態の対物レンズ16は、開口数の小さい光軸近傍を通過する第1光束を、記録／再生できる全ての光ディスクの記録／再生に利用し、また、第1分割面より外側を通過する光束を再生する各光ディスクに対応するように分け、分けられた各光束を各光ディスク（本実施の形態では第1、第2光ディスク）の記録／再生に利用する。このとき、必要開口数が大きい方の光ディスク（第1光ディスク）を記録／再生するのに利用する光束は、分けられた光束のうち第1光束より離れた光束（第3光束）とする。

【0065】さらに、この対物レンズ16の機能を説明するための情報記録面上における球面収差図である図4に基づいて説明する。図4（a）はDVD記録／再生時における厚さ $t_1$ の透明基板を介したときの球面収差図を模式的に示した図であり、図4（b）はCD記録／再生時における厚さ $t_2$ の透明基板を介したときの球面収差図を模式的に示した図である。なお、縦軸は、集光光学系の光ディスク側（最終屈折面S2）の開口数に相当する開口数を示している。また、図中の開口数 $NA_L$ は、第2分割面Sd2のうち光軸に最も近い位置であり、第1分割面Sd1と第2分割面Sd2との境界部に相当し、開口数 $NA_H$ は、第2分割面Sd2のうち光軸に最も遠い位置であり、第2分割面Sd2と第3分割面Sd3との境界部に相当する。

【0066】図4（a）に示すように、DVDの記録／再生時においては、第1分割面Sd1と第3分割面Sd3を通過する光束はほぼ同一の結像位置に結像し、この結像位置とは異なる位置に第2分割面Sd2を通過する光束は結像するようになっている。また、図4（b）に示すように、第1分割面Sd1を通過する光束のうち、光軸近傍を通過する光線が結像する位置と、光軸と直交する方向で光軸より離れた第1分割面Sd1の端部を通過する光線が結像する位置との間に、第2分割面Sd2を通過する光線が結像するようになっている。

【0067】また、本例の対物レンズ16によると、必要開口数 $NA_2$ に相当する開口数近傍の少なくとも2つの開口位置（本例では2つ）で、球面収差が不連続に変化している。この不連続に変化する方向は、小さい開口数 $NA_L$ （第2分割面Sd2のうち光軸に最も近い位置であり、第1分割面Sd1と第2分割面Sd2との境界部に相当）及び大きい開口数 $NA_H$ （第2分割面Sd2のうち光軸に最も遠い位置であり、第2分割面Sd2と第3分割面Sd3との境界部に相当）では、互いに逆方

向である。

【0068】本例の対物レンズ16では、元々アンダー側に球面収差が発生している（図4（b））ので、小さい開口数から大きい開口数の方向へ見たとき、開口数 $NA_L$ では球面収差が正の方向に不連続に変化し、開口数 $NA_H$ では球面収差が負の方向に不連続に変化している。これにより、透明基板の厚さ $t_1$ が薄いDVD及び透明基板の厚さ $t_2$ が厚いCDから反射した光束の検出を良好に行うことができる。なお、「球面収差が不連続に変化する」とは、球面収差図でみたときに急激な球面収差の変化が見られることをいう。

【0069】また、CDの記録／再生時の球面収差図をみると（図4（b））、開口数 $NA_L$ から開口数 $NA_H$ の間の球面収差は、他の開口数（光軸～開口数 $NA_L$ 、開口数 $NA_H$ ～必要開口数 $NA_1$ ）の球面収差と同符号（本実施の形態では、共にオーバー側）の球面収差としている。これにより、さらにフォーカスエラー信号が改善される。

【0070】このように、本例の対物レンズ16によると、光軸近傍の第1分割面Sd1を通過する光束（第1光束）は第1光ディスクの記録／再生及び第2光ディスクの記録／再生に利用し、第1分割面Sd1より外側の第2分割面Sd2を通過する光束（第2光束）は主に第2光ディスクの再生／記録に利用し、第2分割面Sd2より外側の第3分割面Sd3を通過する光束（第3光束）は主に第1光ディスクの記録／再生に利用するような形状となっている。

【0071】ここで、「主に」という文言の意味は、第2分割面Sd2を通過する光束の場合、第3分割面Sd3を通過する光束を遮光しない状態において、光検出手段30上に形成されるビームスポットの中心強度が最大となる位置での核部分のエネルギーに対して、第3分割面Sd3を通過する光束を遮光した状態においてビームスポットの中心強度が最大となる位置での核部分のエネルギー比率（「遮光状態核エネルギー」／「遮光しない核エネルギー」）が、60%～100%の範囲に入ること指している。また、第3分割面Sd3を通過する光束の場合も同様に、第2分割面Sd2を遮光しない状態に対する遮光した状態の核部分のエネルギー比率（「遮光状態核エネルギー」／「遮光しない核エネルギー」）が、60%～100%の範囲に入ること指している。なお、このエネルギー比率を簡易的に測定するには、各々の場合において、ビームスポットの中心強度が最大となる位置でのピーク強度 $I_p$ と、ビーム径 $D_p$ （中心強度に対して強度が $e^{-2}$ となる位置で定める）を測定し、核部分のビームの形状はほぼ一定であることから、 $I_p \times D_p$ を求め、これを比較すればよい。

【0072】なお、本例では、分割面Sd1～Sd3を対物レンズ16の光源側の屈折面S1に設けたが、光ディスク側の屈折面S2に設けてもよく、また、他の素子

(例えば、発散度変更光学素子13や合成手段19や変更手段25、26など)に設ける、あるいは、別体の素子として設けてもよい。

【0073】また、本実施の形態では、第1分割面Sd1～第3分割面Sd3の境界に各々に段差を設けたが、一方の境界のみに段差を設けてもよく、さらに、段差ではなく、所定の曲率半径の面で接続させてもよい。

【0074】また、本例では、対物レンズ16は図4(a)に示されるように第2分割面Sd2に非球面形状としたが、ホログラム(あるいはフレネル)で構成してもよい。なお、第2分割面Sd2をホログラムで構成した場合、0次光と1次光とに分けた光束の一方を第1光ディスクの記録/再生に利用し、他方を第2光ディスクの記録/再生に利用する。このとき、第2光ディスクの記録/再生に利用する光束の光量の方が、第1光ディスクの記録/再生に利用する光束の光量より大きいことが好ましい。また、本例では、第2分割面Sd2を光軸と同心状の環(円)形状で設けたが、これに限られず、同心状の楕円形状、又は、途切れた環状で設けてもよい。

また、本例においては、第2分割面Sd2に球面収差を与えるように構成したが、これに代えあるいはこれに加え、位相に差を設ける、すなわち、第2分割面Sd2を通過する光束の位相を、第1分割面Sd1と第3分割面Sd3を通過する光束の位相とずらすようにしてもよい。

【0075】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。本実施例は、上述した第1の実施の形態の実施例である。第1光ディスクとしてDVD(透明基板の厚さ $t_1 = 0.6\text{ mm}$ 、必要な開口数 $NA_1 = 0.60$ (第1半導体レーザ11の波長 $\lambda = 635\text{ nm}$ ))を用い、第2光ディスクとしてCD(透明基板の厚さ $t_2 = 1.2\text{ mm}$ 、必要な開口数 $NA_2 = 0.45$ ( $\lambda = 780\text{ nm}$ ))を用いることにする。

【0076】表1にレンズデータを示す。

【0077】

【表1】

面番号	r	d( $\lambda = 635\text{ nm}$ )	n( $\lambda = 635\text{ nm}$ )	d( $\lambda = 780\text{ nm}$ )	n( $\lambda = 780\text{ nm}$ )
0(発光点)		15.154	1.0	6.99	1.0
1	117.284	1.4	1.5383	1.4	1.5336
2	-9.257	6.0	1.0	6.0	1.0
3(絞り)	$\infty$	0.0	1.0	0.0	1.0
4	1.638	1.7	1.5383	1.7	1.5336
5	-6.793	1.3	1.0	1.3	1.0
6(ディスク)	$\infty$	0.6	1.58	1.2	1.55
7	$\infty$				

【0078】なお、表1においては、第1、2半導体レーザの発光点を第0面として、光の進行方向に従って、ここから順に第i番目とし、光ディスクの情報記録面までを示す(ただし、変更手段25、26と合成手段19に関しては抜かしているので、第1、2面が発散度変更光学素子13、第4、5面が対物光学素子16となる)。また、rは、光軸と交差する面の曲率半径を、dは、第i番目の面と第i+1番目の面との間の距離を、nは、使用する半導体レーザの光束の波長での屈折率を表している。因みに、符号は、光の進行方向を正とする。

【0079】発散度変更光学素子13の焦点距離  $f =$

16.0 (mm)

対物光学素子16の焦点距離  $f = 2.64$  (mm)

集光光学系の焦点距離  $f = 3.43$  (mm)

第1半導体レーザ11から出射された光束に対する集光光学系の結像倍率 $m_1 = -1/6.06$

第2半導体レーザ12から出射された光束に対する集光光学系の結像倍率 $m_2 = -1/3.65$ である。

【0080】また、上述の各面のうち非球面を用いた面についての非球面のデータを表2に示す。

【0081】

【表2】

第2面	$K = -0.70672$		
第4面	$K = -0.10810 \times 10^1$		第1分割面( $0 < H < 1.47\text{mm}$ )
	$A1 = 0.67031 \times 10^{-2}$	$P1 = 3.0$	曲率半径=1.638
	$A2 = -0.42797 \times 10^{-2}$	$P2 = 4.0$	
	$A3 = 0.23602 \times 10^{-1}$	$P3 = 5.0$	
	$A4 = -0.76855 \times 10^{-2}$	$P4 = 6.0$	
	$A5 = 0.48711 \times 10^{-4}$	$P5 = 8.0$	
	$A6 = 0.46208 \times 10^{-3}$	$P6 = 10.0$	
	$K = -0.12836 \times 10^1$		第2分割面( $1.47\text{mm} < H < 1.53\text{mm}$ )
	$A1 = 0.62906 \times 10^{-2}$	$P1 = 3.0$	曲率半径=1.638
	$A2 = 0.12809 \times 10^{-2}$	$P2 = 4.0$	
	$A3 = 0.22997 \times 10^{-1}$	$P3 = 5.0$	
	$A4 = -0.97278 \times 10^{-2}$	$P4 = 6.0$	
	$A5 = 0.14686 \times 10^{-2}$	$P5 = 8.0$	
	$A6 = 0.12773 \times 10^{-3}$	$P6 = 10.0$	
	$K = -0.10810 \times 10^1$		第3分割面( $1.53\text{mm} < H < 1.64\text{mm}$ )
	$A1 = 0.67031 \times 10^{-2}$	$P1 = 3.0$	曲率半径=1.638
	$A2 = -0.42797 \times 10^{-2}$	$P2 = 4.0$	
	$A3 = 0.23602 \times 10^{-1}$	$P3 = 5.0$	
	$A4 = -0.76855 \times 10^{-2}$	$P4 = 6.0$	
	$A5 = 0.48711 \times 10^{-4}$	$P5 = 8.0$	
	$A6 = 0.46208 \times 10^{-3}$	$P6 = 10.0$	
第5面	$K = -0.11225 \times 10^2$		
	$A1 = 0.80457 \times 10^{-2}$	$P1 = 3.0$	
	$A2 = -0.78604 \times 10^{-2}$	$P2 = 4.0$	
	$A3 = 0.53359 \times 10^{-1}$	$P3 = 5.0$	
	$A4 = -0.41948 \times 10^{-1}$	$P4 = 6.0$	
	$A5 = 0.13052 \times 10^{-1}$	$P5 = 8.0$	
	$A6 = -0.24357 \times 10^{-2}$	$P6 = 10.0$	

【0082】なお、非球面の式は、

【数1】

【0083】

$$X = (H^2/r) / \left[ 1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/r)^2} \right] + \sum_i A_i H^{P_i}$$

【0084】に基づくものとする。ただし、Xは光軸方向の軸、Hは光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、Kは円錐係数、 $A_j$ は非球面係数、 $P_j$ は非球面のべき数である。

【0085】図5に、DVDの記録／再生時(a)及びCDの記録再生時(b)における情報記録面上の球面収差図を示す。また、図6に、DVDの記録／再生時

(a)及びCDの記録再生時(b)において最良のスポット形状が集光スポットの相対強度分布図を示す。

【0086】本実施例によると、DVD、CDとも良好

に記録／再生ができ、DVD、CDともにWDが等しく、2次元アクチュエータ15にバイアスとしての余分な消費電力がなくなり、しかも、2次元アクチュエータ15により移動させる対物光学素子16の移動可能範囲を広げる必要がなく、コンパクトになった。

【0087】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によると、一つの集光光学系で異なる透明基板の厚さを有する光ディスクを記録／再生可能とし、相互に互換性を有する構造が簡単でコンパクトで消費電力の少ない光ピックアップ

装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】 第2の実施の形態の光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図3】 光ピックアップ装置に好適に用いられる対物レンズを示す図である。

【図4】 対物レンズの機能を説明するための情報記録面上における球面収差図である。

【図5】 実施例の情報記録面上の球面収差図である。

【図6】 実施例の最良のスポット形状が集光スポットの相対強度分布図である。

【符号の説明】

10 光ピックアップ装置

11 第1光源

12 第2光源

13 発散度変更光学素子

15 2次元アクチュエータ

16 対物光学素子

17 絞り

19 合成手段

20 光ディスク

21 透明基板

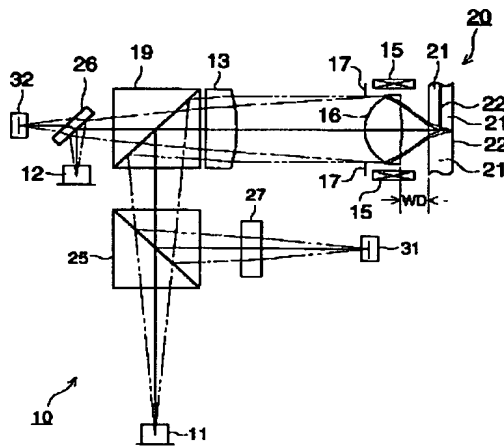
22 情報記録面

25, 26 変更手段

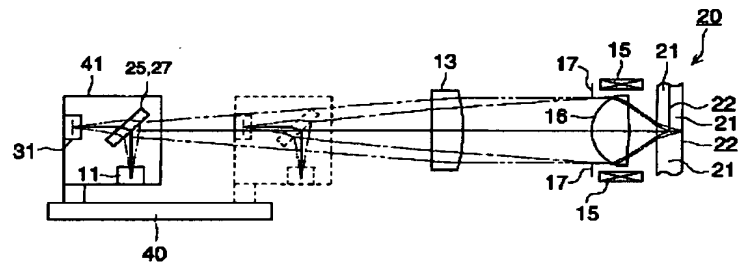
31, 32 光検出手段

40 移動手段

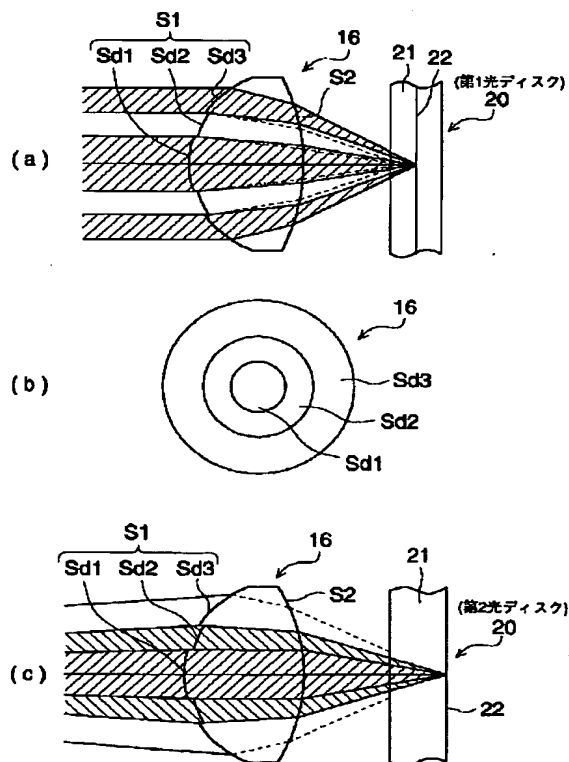
【図1】



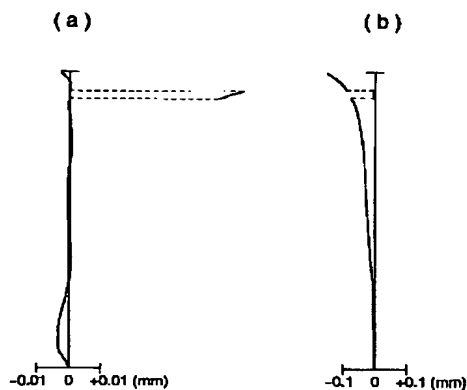
【図2】



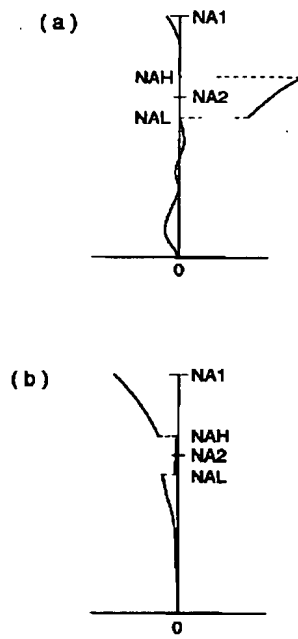
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

